

# Patent [19]

[11] Patent Number: 11123316

[45] Date of Patent: May. 11, 1999

---

## [54] APPARATUS FOR PRODUCING ULTRA-PURE AIR

[21] Appl. No.: 09289843 JP09289843 JP

[22] Filed: Oct. 22, 1997

[51] Int. Cl.<sup>6</sup> B01D05386 ; B01D04600; B01D05334; B01D05381; F24F00706

## [57] ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To collect/remove chemical pollutants existing in the air to be supplied into a clean room and others together with particulates safely and efficiently by passing raw air containing chemical substances from the introduction side through a particle filter layer, a photocatalyst holding layer, an ion exchange fiber packing layer in turn.

SOLUTION: Raw air 2 containing pollutants generated in a clean room 1 is sucked continuously into an ultra-pure air producing apparatus 8 by a blower 3. First, particulates are collected/removed a particle filter layer 4. Next, after the passage through an ultraviolet light source irradiation chamber 5 installed in a purification route, neutral substances in chemical pollutants are collected/removed by as photocatalyst holding layer 6, and acidic gas and/or alkaline gas in the pollutants and components ionized by the layer 6 are collected/removed by an ion exchange fiber packing layer 7. Ultra-pure air 9 after removal of the pollutants is circulated in the clean room 1. Efficient purification is attained, and microorganisms in the raw air 2 can be sterilized semi-perpetually by the layer 6 and the chamber 5.

\* \* \* \* \*

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-123316

(43)公開日 平成11年(1999) 5月11日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
B 0 1 D 53/86		B 0 1 D 53/36	J
46/00		46/00	Z
53/34		F 2 4 F 7/06	C
53/81		B 0 1 D 53/34	B
F 2 4 F 7/06			
審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)			

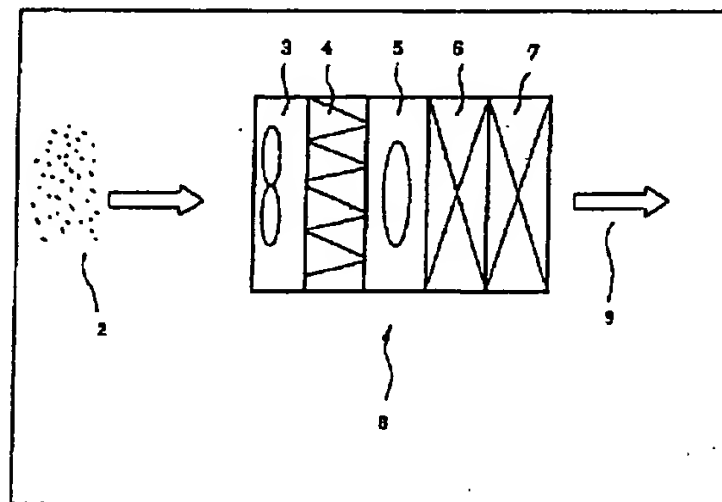
(21)出願番号	特願平9-289843	(71)出願人	000000239 株式会社荏原製作所 東京都大田区羽田旭町11番1号
(22)出願日	平成9年(1997)10月22日	(72)発明者	野島 康恵 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 荏原製作所内
		(72)発明者	二見 賢一 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 荏原製作所内
		(72)発明者	有川 彰浩 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 荏原製作所内
		(74)代理人	弁理士 萩野 平 (外3名)

(54)【発明の名称】 超清浄空気製造装置

(57)【要約】

【課題】 クリーンルーム内等へ供給される大気中に複  
合して存在する汚染化学物質、即ちガス状の中性物質、  
酸性ガス、アルカリガスを、粒子状物質と共に安全に効  
率よく一括で捕集・除去する装置を提供する。

【解決手段】 化学物質を含む被処理空気2が導入され  
る側から順に粒子濾過層4、光触媒保持層6、イオン交  
換繊維充填層7を有し、かつ該被処理空気を各層に順次  
通すための手段3を有することを特徴とする超清浄空気  
製造装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 化学物質を含む被処理空気が導入される側から順に粒子逕過層、光触媒保持層、イオン交換繊維充填層を有し、かつ該被処理空気を各層に順次通すための手段を有することを特徴とする超清浄空気製造装置。

【請求項2】 化学物質を含む被処理空気が導入される側から順に粒子逕過層、光触媒保持層、活性炭素系繊維充填層を有し、かつ該被処理空気を各層に順次通すための手段を有することを特徴とする超清浄空気製造装置。

【請求項3】 化学物質を含む被処理空気が導入される側から順に粒子逕過層、光触媒保持層、イオン交換繊維と活性炭素系繊維との混合充填層を有し、かつ該被処理空気を各層に順次通すための手段を有することを特徴とする超清浄空気製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超清浄空気製造装置に関するものである。より詳しくは、クリーンルーム等の清浄閉空間における大気中に発生した汚染物質、即ち複合して存在する化学物質を安全に効率よく捕集・除去することができ、かつ、捕集成分の再放出による二次汚染が起こらない超清浄空気製造装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】高度の清浄閉空間の形成が大きな課題になっている半導体製造工場等における汚染物質である、大気中に存在する化学物質は下記の通りに大別できる。

1) 粒子状物質(例:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ )

2) ガス状物質:

中性物質(例:  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ , 有機溶媒)

酸性ガス(例: 塩酸, 硝酸, 酢酸)

アルカリガス(例: アンモニア, アミン類)

従来、上記の物質の除去方法としては、単独成分あるいは性状が類似の数種混合成分については、1) は機械的な逕過機能を利用した物理的捕捉フィルタ、2) は化学反応を利用したケミカルフィルタによる捕集・除去方法が実用化されている。一方、大気のように複合して化学物質が存在する場合は、単独成分あるいは性状が類似の数種混合成分での除去方法が提案されているが、いずれも大気中に存在する複合化学物質の一括捕集・除去効果が十分ではなく要求を満たすものとはなっていない。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】汚染物質である、大気中に複合して存在する化学物質は、粒子状物質、中性・酸性・アルカリ性の化学物質等、性状の異なる多くの成分が存在する。従って、各成分の性状毎に除去対策を設けている。例えば、半導体製造工場では、粒子状物質をHEPA (high efficiency particulate air) フィルタ、あるいはULPA (ultra low penetration air) フィルタ等の高性能フィルタにより除去し、有機溶媒を活

性炭素フィルタで除去し、酸性ガスとアルカリ性ガスはイオン交換繊維で除去する等、性状が同等な成分毎に個別捕集・除去を行っている。また、従来用いられている活性炭フィルタおよび／または活性炭素系繊維フィルタは一度捕集・除去した成分を再放出することが懸念される。

【0004】従って、本発明の目的は、上記の問題を解決し、クリーンルーム内等へ供給される大気中に複合して存在する汚染化学物質、即ちガス状の中性物質、酸性ガス、アルカリガスを、粒子状物質と共に安全に効率よく一括で捕集・除去する装置を提供しようとするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記問題を解決するために、鋭意研究を重ねた結果、従来から用いられているHEPAフィルタ、あるいはULPAフィルタ、イオン交換繊維層および／または活性炭素系繊維層に加えて、光触媒保持層およびこの光触媒保持層の前段に紫外線照射部を設け、各充填層に順次化学物質を含む被処理空気を通す手段を有する超清浄空気製造装置により、捕集・除去効果を上げ、かつ、捕集成分の再放出による二次汚染が起こらないことが可能であることを見出し、本発明に到達した。

## 【0006】すなわち、本発明は、

(1) 化学物質を含む被処理空気が導入される側から順に粒子逕過層、光触媒保持層、イオン交換繊維充填層を有し、かつ該被処理空気を各層に順次通すための手段を有することを特徴とする超清浄空気製造装置。

(2) 化学物質を含む被処理空気が導入される側から順に粒子逕過層、光触媒保持層、活性炭素系繊維充填層を有し、かつ該被処理空気を各層に順次通すための手段を有することを特徴とする超清浄空気製造装置。

(3) 化学物質を含む被処理空気が導入される側から順に粒子逕過層、光触媒保持層、イオン交換繊維と活性炭素系繊維との混合充填層を有し、かつ該被処理空気を各層に順次通すための手段を有することを特徴とする超清浄空気製造装置である。

【0007】これら前記光触媒保持層の前段または一体化して紫外線照射部を有することが好ましい、また、前記被処理空気の流路に紫外線照射部分を設けることにより、前記被処理空気中に存在する微生物を殺菌する効果を奏することができる。なお、光触媒は低温(常温)で作動することができるため、優れた方法を提供するという効果を奏する。また、前記光触媒保持層の基材が、ハニカム状基材、繊維状基材または活性炭素系基材とすることができる。更に、前記イオン交換繊維はグラフト重合により合成されたものが好ましい。

【0008】本発明で捕集・除去できる大気中の化学物質としては、粒子状物質(例:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ )および／またはガス状物質である中性物質(例:  $\text{SO}$

$x$ ,  $NO_x$ , 有機溶媒)、酸性ガス(例:塩酸, 酢酸)、アルカリガス(例:アンモニア, アミン類)があり、これらの化学物質が複合して存在するような大気を一括で捕集・除去することにより効率よく清浄にすることができる。かつ、捕集成分の再放出による二次汚染が起こらないので、確実に大気を清浄にすることができる。なお、本発明の前記超清浄空気製造装置において、光触媒保持層の前段に粒子濾過層を有することが好ましい。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】本発明の光触媒保持層としては、光触媒の粉末を成型したもの、またはハニカム状基材や繊維状基材や活性炭素系基材に保持させたものが好適に使用できる。また、光触媒の劣化の抑制、低温域での性能防止や活性向上のために適宜、金属や金属化合物等の化合物を付加した光触媒を用いることもできる。

【0010】また、光触媒保持層の担持層として活性炭及び／又は活性炭素繊維のような物理吸着フィルムを用いることにより、吸着した成分を光触媒の紫外線照射により分解するので、除去効率低下を防ぎ、かつ、半永久的に使用できる。本発明の光触媒保持層に用いられる光触媒としては、特に限定されないが、好ましくはチタン化合物、更に好ましくは酸化チタンである。酸化チタンは2価(一酸化チタン)、3価(三酸化二チタン)、4価(二酸化チタン)チタンの酸化物および過酸化物が知られているが、一般的には4価の二酸化チタンが挙げられる。活性炭としては、活性炭及び／又は活性炭素系繊維等の周知のものを適宜用いることができる。光触媒活性作用を有する紫外線照射手段としては、自然光、蛍光灯、紫外線ランプ等の周知のものをを用いることができる。

【0011】イオン交換繊維としては、天然繊維や合成繊維の糸状、繊維状あるいは紙状の基材にグラフト重合を施し、それらにカルボキシル基、スルホン酸基、リン酸基、フェノール性水酸基などの陽イオン交換基を付加した陽イオン交換繊維と、第一級～第三級アミノ基、第四級アンモニウム基等の陰イオン交換基を付加した陰イオン交換繊維、あるいは上記陽及び陰両者のイオン交換基を付加した両性繊維を適宜用いることができる。

【0012】イオン交換基を導入した高分子繊維は、有機高分子で構成される基材、例えばポリエチレン、ポリプロピレン等のポリマーや綿、羊毛等の天然高分子繊維や織布等に、先ず電子線やガンマ線等の電離放射線を照射して多くの活性点を発生させ、これにスルホン基、カルボキシル基、アミノ基等を持つ単量体を化学結合させることにより得ることができる。

【0013】上記の電離放射線の照射で発生した活性点は、非常に反応性が高くラジカルと云われ、上記のような遊離基を持つ単量体を化学結合させることにより、基材の性質とは別に単量体の持つ性質を付与することがで

き、この技術は、基材に単量体を接ぎ足すようになるため、グラフト重合法と呼ばれている。上記、放射線グラフト重合法によって、例えばポリエチレン不織布基材にイオン交換基であるスルホン基、カルボキシル基、アミノ基等を持つ単量体として、例えばスチレンスルホン酸ナトリウム、アクリル酸及びアリアルアミン酸等を結合させると、脱塩や純水の製造等に使用されるビーズ状のイオン交換樹脂と呼ばれるイオン交換体よりも格段にイオン交換速度の高い不織布様のイオン交換体を得ることができ、また、イオン交換基を導入可能な単量体として、例えばスチレン、クロルメチルスチレン、グリシジルメタクリレート、アクリロニトリル及びアクロレイン等を基材として、放射線グラフト重合させた後、イオン交換基を導入しても同様に基材の形状を保持した状態のイオン交換体とすることもできる。

【0014】活性炭素系繊維としては、例えばセルロース系繊維を焼結賦活した構成のものを使用することができるが、これに制限されるものではなく、エアフィルタ向けとして、発塵が少なく、加工性が良く、粒状活性炭よりも細孔が微小で比表面積の大なるものであれば市販品を含めていずれの素材のものを用いてもよく、粒状の活性炭と同様に、有機、無機性の硫黄化合物、油分及び臭気成分等を吸着除去する。

【0015】被処理空気を各層に通すための手段としては、送風ファンを通常使用するが、下記のような公知の手段が使用し得る。なお、ここで言う送風とは、気体の移送であり、押し込みだけでなく、誘引ファンも意味している。

1) 超清浄空気製造装置の二次側(処理空気排出側)にエアーポンプ等の低圧装置を接続することにより、自然に空気が流れる。

2) 超清浄空気製造装置の一次側(導入側)がガスボンベまたはコンプレッサ等で供給される場合、一次側が高圧に保持されているので、上記1)と同様に接続することにより、自然に空気が流れる。

3) 超清浄空気製造装置が小規模(イメージとして実験台で使用する程度)である場合、この場合、送風ファン以外に小型のポンプ、シリンジ(注射器)等も同様な手段に用いることが可能である。

【0016】上記のような構成を採用したことにより、大気中に複合して存在する化学物質を安全に効率よく一括で捕集・除去することに効果的であるが、それぞれの構成の作用について以下に詳細を述べる。粒子濾過層にHEPAまたはULPAを採用することにより、大気中に複合して存在する化学物質の内、粒子状物質を捕集・除去できる。また、例えば、光触媒保持層の担持層に活性炭を採用することにより、大気中に複合して存在する化学物質の内、中性物質(例: $SO_x$ ,  $NO_x$ , 有機溶媒)を捕集・除去する事が出来る。イオン交換繊維は、大気中に複合して存在する化学物質の内、酸性ガス(例:塩

酸、硝酸、酢酸)及び/又はアルカリガス(例:アンモニア、アミン類)を捕集・除去することが出来る。

【0017】光触媒に紫外線を照射することにより、光触媒に強力な酸化力が発生することが知られている。この光触媒の強力な酸化力を用いて、光触媒保持層に捕集・除去された中性物質(例:  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ , 有機溶媒)のうち有機物質を二酸化炭素と水に分解することにより無害化し、 $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ は $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ にイオン化され、後段に設けられたイオン交換繊維の化学吸着により、確実に捕集・除去される。その結果、活性炭の寿命は捕集・除去した化学物質が分解することにより延命され、また、有機物質の一部は無害化されて放出され、中性物質の一部はイオン化されることにより後段のイオン交換繊維に確実に捕集・除去される。この効果により、従来、解決されなかった、活性炭による捕集成分の脱離現象による被処理空気の汚染も防止することが出来る。

【0018】つぎに、本発明をより具体的に説明するために、クリーンルームでの実施態様例をあげ、図面を参照して説明する。図1は本発明の利用した超清浄空気製造装置を設置した半導体工場の概略模式図である。クリーンルーム1内で発生した汚染物質を含む被処理空気2は、連続的に送風ファン3により超清浄空気製造装置8に吸い込ませ、まず、粒子濾過層4(HEPA, ULPAフィルタ)を通過させて、粒子状物質を捕集・除去する。

【0019】次に、清浄化経路中に設けた紫外線光源照射室5を通過させた後、光触媒保持層6を通過させて、汚染化学物質の内の中性物質(例:  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ , 有機溶媒)を捕集・除去する。次いで、経路中に設けたイオン交換繊維層7を通過させて、汚染化学物質の内の酸性ガス及び/又はアルカリガス及び6でイオン化された成分を捕集・除去する。

【0020】上記のように、直列の経路に設けた前処理層4、紫外線光源照射室5、光触媒保持層6およびイオン交換繊維層7から構成される超清浄空気製造装置8に連続的に送風ファン3の手段により吸い込ませ、粒子状物質、中性物質、酸性ガス(例:塩酸、硝酸、酢酸)及び/又はアルカリガス(例:アンモニア、アミン類)を捕集・除去した超清浄空気9はクリーンルーム1へと循環される。

【0021】

【実施例】以下に本発明を実施例によって更に具体的に説明するが、勿論本発明の範囲は、これらによって限定されるものではない。

〔実施例1〕前記の図1に示した本発明の超清浄空気製造装置を設置した半導体工場の概略模式図において、超

清浄空気製造装置8の前方に、一酸化窒素( $\text{NO}$ )の調製ガス(室内空気+一酸化窒素)を封入した容器を設置し、容器の排気孔を超清浄空気製造装置の送風ファン3に接続して吸い込ませ、約 $0.03\text{m/sec}$ で光触媒保持層6およびイオン交換繊維充填層7を通し、通過後の処理空気の一酸化窒素濃度と、ブランクとして、同じく約 $0.03\text{m/sec}$ で、酸化チタン保持層6は通気せずに、イオン交換繊維充填層7を通した空気の一酸化窒素濃度とを測定し(JIS B9652に準拠)、比較評価した。なお、光触媒保持層の仕様は粉末酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )をチューブの中に封入したものである。

【0022】測定した結果、光触媒保持層6を通した処理空気は一酸化窒素が検出限界( $0.5\text{ppm}$ )以下であったが、光触媒保持層6を通さなかったブランクの空気は、一酸化窒素が当初の調製ガスの一酸化窒素濃度と同じである $100\text{ppm}$ を検出した。この結果より、光触媒保持層の一酸化窒素除去率は $99.5\%$ 以上であった。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係わる超清浄空気製造装置は、粒子状物質(例:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ )、ガス状物質である中性物質(例:  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ , 有機溶媒)、酸性ガス(例:塩酸、硫酸、酢酸)およびアルカリガス(例:アンモニア、アミン類)等の化学物質が複合して存在するような大気を一括で捕集・除去することにより効率よく清浄にすることができ、特に、光触媒保持層および、この前段または一体化して紫外線照射部を有することにより、被処理空気中に存在する微生物を半永久的に殺菌する効果を奏し、また、光触媒は低温(常温)で作動することができるため、優れた方法を提供するという効果を奏し、クリーンルーム内等で発生した汚染物質を含む空気等の清浄化装置として極めて高い実用性を有するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の超清浄空気製造装置を設置したクリーンルームの概略模式図である。

【符号の説明】

1. クリーンルーム
2. 被処理空気
3. 送風ファン
4. 粒子濾過層
5. 紫外線光源
6. 光触媒保持層
7. イオン交換繊維充填層
8. 超清浄空気製造装置
9. 超清浄空気

【図1】

